

CIENCIA/TECNOLOGIA/SOCIEDAD (C/T/S) UN ENFOQUE ACTUAL PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES

VICENTE PARDO ALARCON

RESUMEN

Se exponen distintos aspectos del enfoque C/T/S para la enseñanza de las ciencias experimentales, cuales son: sus antecedentes, justificación, fundamentación, su consideración en el Diseño Curricular Base, diversas cuestiones de metodología, recursos necesarios para su aplicación, descripción somera de algunas experiencias relacionadas con este enfoque y posibles dificultades para su implantación en el sistema educativo español. También se analiza un caso concreto de utilización del enfoque C/T/S en libros de texto escolares (nivel EGB).

Finalmente, aparecen las referencias bibliográficas completas a las que se alude en el texto del artículo.

ABSTRACT

It expounds different aspects of the approach C/T/S to the teaching of the experimental sciences, which are: their antecedents, justification, foundation, its consideration in the Curriculum Base Design, several methodology questions, necessary resources for their application, slight description of some experiences related with this approach and possible difficulties for their implant in the Spanish educative system. It analyses too, a concrete case of utilization of the approach C/T/S in the school text books (EGB level).

Finally, it appears the complete bibliography references to which this article refers.

PALABRAS CLAVE

Curriculum, Didáctica de las ciencias experimentales, Enfoque C/T/S (Science/Technology/Society).

KEYWORDS

Curriculum, Didactics of the experimental sciences, Approach C/T/S (Science/Tecology/Society).

1. ANTECEDENTES

Si revisamos la literatura pedagógica acerca de temas afines o relacionados con el binomio Ciencia-Sociedad, comprobaremos que prácticamente aparecen referencias durante toda la segunda mitad del siglo veinte que ahora termina.

Pero no es menos cierto que cuando se experimenta un auge extraordinario en la producción y tratamiento de los temas de C/T/S es durante la década de los ochenta, y continúa actualmente en los noventa.

Es importante subrayar que el contexto en que aparecen estos trabajos o proyectos pedagógicos es el de los países anglosajones, destacando sobre todo Inglaterra y los Estados Unidos.

Algunos hitos importantes en el movimiento pedagógico C/T/S han sido:

- 1.983: Science in society Project;
- 1.983: Science in a social context (SISCON);
- 1.986/7: Science and technology in society (SATIS);
- 1.987: Science for all (movimiento Ciencia para todos).

En nuestro país, y desde una perspectiva histórica, algunos de los principales autores que han tratado el tema en sus obras han sido:

FERNANDEZ URIA (1979), que expone en su libro una síntesis de las realizaciones en el terreno de la C/T/S hasta la fecha de la publicación de su libro, tomando decidida postura por la adopción de una educación tecnológica que contemple en primer lugar unos contenidos en relación con problemas tecnológico-sociales.

El Departamento de Ciencias del Instituto de Estudios pedagógicos de Somosaguas (IEPS), que en diversas obras publicadas a lo largo de los años ochenta se ha pronunciado razonadamente por el enfoque C/T/S para la enseñanza de las ciencias.

CASALDERREY (1986) que en su obra habla de la integración ciencia-tecnología (INCITEC), aplicada principalmente a la enseñanza de la física y la química en la enseñanza secundaria, pero cuyos principios son aplicables a cualquier disciplina científica.

Otros autores se han ocupado del tema más recientemente, entre los que podemos citar: Sáez (1989), así como Solbes y Vilches (1989) que han realizado diversas investigaciones didácticas relacionadas con el tema.

2. JUSTIFICACION DEL ENFOQUE C/T/S

Diversos factores justificaron la aparición en su día del enfoque C/T/S, así como también justifican su expansión actual en sistemas educativos de distintos países.

Entre los factores principales debemos mencionar en un lugar destacado la insatisfacción con el sistema de educación científica tradicional, al cual se atribuyen gran número de deficiencias en sus resultados:

A. Actitudes negativas de los alumnos hacia la ciencia crecientes a lo largo de su escolarización (Yager y Penich, 1986).

B. Elevados niveles de fracaso escolar en los rendimientos académicos en el área científica.

C. Excesivo énfasis del currículo científico en los contenidos conceptuales, en la ciencia académica tradicional.

D. Los alumnos extraen una imagen incorrecta de la ciencia, es decir, una visión deformada de la misma que no se corresponde con la realidad; muchas veces una imagen dogmática e inmovilista, cuando en realidad se trata de algo en constante evolución, con crisis y cambios profundos (Gil, Senent y Solves, 1986 y 1987).

3. FUNDAMENTACION DEL ENFOQUE C/T/S

El enfoque C/T/S para la enseñanza de las ciencias se fundamenta en diversos principios y conceptos, entre los que podríamos destacar los siguientes:

A. Una mayor importancia a la fuente sociológica o socio-cultural del currículo, hasta ahora excesivamente inclinado hacia la fuente epistemológica, en detrimento de las fuentes psico-pedagógica y socio-cultural.

B. Una mayor atención a los contenidos actitudinales del currículo, que hasta ahora favorecía a los contenidos conceptuales y procedimentales.

C. Consideración de la ciencia como un importante elemento de la cultura contemporánea, ante lo que el alumno debe formarse una opinión y una valoración crítica y activa.

D. Dado que una de las finalidades de la educación científica es contribuir al desarrollo social y material del alumno, para que pueda integrarse en una sociedad industrial y tecnificada, conviene tomar en cuenta la realidad circundante, así como la evolución, psicología e intereses de los alumnos.

4. EL ENFOQUE C/T/S EN EL DISEÑO CURRICULAR DEL M.E.C.

En el Diseño Curricular Base (DCB) del Ministerio de Educación y Ciencia español para la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y para el área de Ciencias de la Naturaleza (M.E.C., 1.989), encontramos diversas referencias bien explícitas que indican una orientación de la enseñanza de las ciencias naturales en la línea del enfoque C/T/S, tales como:

"Conveniencia de que, en el transcurso de la Educación Obligatoria, los alumnos adquieran los instrumentos conceptuales necesarios para interpretar una realidad cada vez más impregnada por la Ciencia y la Tecnología y desarrollen una actitud crítica, fundamentada y responsable ante las consecuencias que se derivan para los seres humanos" (pp. 107).

"La selección de los contenidos debe responder a un enfoque predominantemente funcional, poniendo de manifiesto las relaciones entre Ciencia y Sociedad y entre Ciencia y Tecnología e intentando que los alumnos tomen conciencia de las relaciones entre los conocimientos científicos y la resolución de ciertos problemas que se le han planteado y se le siguen planteando a los seres humanos" (pp. 115).

5. ASPECTOS METODOLOGICOS EN EL ENFOQUE C/T/S

En cuanto a los aspectos metodológicos a considerar, cabe señalar diversas directrices en el trabajo concreto, tales como:

- Utilización primera de fuentes locales como suministradoras de temas de estudio y trabajo, así como de información.
- Identificar problemas de interés o impacto local, como punto de partida para un trabajo posterior.
- Actividades basadas en la investigación, análisis, debate, trabajo en equipo y búsqueda de soluciones concretas para los problemas estudiados.
- Enfoque histórico en las unidades didácticas a trabajar en el programa o proyecto C/T/S, dado que todos los problemas y cuestiones abordadas tienen un componente histórico que explica gran parte de su situación.
- Metodología activa, preferiblemente de carácter interdisciplinar, al menos en los aspectos naturales y sociales, basada en la investigación del medio y en la utilización de técnicas tales como el método de proyectos.

Para el desarrollo de un proyecto de carácter científico-tecnológico, y siguiendo a Fernández Uría (1979, 103), se ejercitan diversas habilidades y capacidades:

- Aplicación de principios científicos a problemas reales.
- Apreciación del poder y limitaciones de la ciencia según el contexto social e industrial.
- Desarrollo de un razonamiento analítico y crítico de tipo tecnológico.
- Desarrollo de las capacidades de síntesis y diseño.
- Desenvolvimiento de las capacidades manuales.
- Desarrollo de las habilidades de esquematización, simbolización, representación e interpretación.

Por otro lado, un posible esquema de trabajo para abordar el estudio de un problema social de índole científica o tecnológica podría comprender las siguientes fases:

- 1) Reconocer y definir el problema.
- 2) Recoger, registrar y analizar la información.
- 3) Valorar su importancia y decidir.
- 4) Identificar y evaluar soluciones alternativas.
- 5) Trazar un plan de acción.
- 6) Desarrollar el plan y evaluar sus resultados.

6. LOS RECURSOS EDUCATIVOS EN EL ENFOQUE C/T/S

Aunque cualquier elemento existente en el medio ambiente -en sentido amplio- puede ser utilizado con finalidad educativa, determinados recursos son especialmente indicados para ello.

En concreto, son de gran importancia por sus posibilidades educativas medios tales como programas de televisión, periódicos y revistas, encuestas de población, etc.

Destacan, pues, los medios de comunicación social o mass-media por sus grandes posibilidades específicas de utilización didáctica en los campos de las ciencias sociales y experimentales, por lo que está aumentando su valoración como medios de enseñanza.

Así lo reconoce, por ejemplo, Area (1991, 82), cuando afirma "Los medios que pueden y deben ser utilizados en la escuela no se reducen únicamente a los elaborados con propósitos instructivos. Existe un abanico enorme de medios diversos ajenos a la educación como son los mass-media (prensa, radio, televisión) o los locales de un territorio".

7. DESCRIPCIÓN DE ALGUNAS EXPERIENCIAS EN NUESTRO PAÍS

A continuación describiremos superficialmente algunas de las experiencias pedagógicas realizadas en nuestro país que, de alguna manera, podría decirse que se enmarcan en el ámbito del enfoque C/T/S para la enseñanza de las ciencias.

1. El Departamento de Ciencias del IEPS (Instituto de Estudios Pedagógicos de Somosaguas, Madrid) lleva varios años impulsando trabajos y elaborando materiales relacionados con la utilización didáctica de la actualidad científica, así como con el enfoque C/T/S.

A parte de diversos artículos en publicaciones didácticas, ha publicado un libro (Marco y otros, 1990) en donde se exponen algunos fundamentos teóricos sobre la utilización de la actualidad científica en la enseñanza de las ciencias, apareciendo el relato de una experiencia pedagógica sobre el tema del genoma humano realizada en el curso 88/89 en el Instituto de Bachillerato "Fray Andrés" de Puertollano con alumnos de COU.

2. Desde hace bastantes años, la Asociación Padres y Maestros de La Coruña, a través de su programa. "La prensa en la escuela", está trabajando por la incorporación de los medios de comunicación al sistema educativo. Gracias a su revista, *Padres y Maestros*, así como a las publicaciones que colaboran con ellos, han producido abundantes materiales didácticos relacionados con el tema que nos ocupa.

Del número 117 de la revista extraemos este párrafo:

"Cada quince días se publican dos páginas destinadas al área de ciencias. La base principal es una noticia didácticamente planificada y desarrollada que ocupa siempre una página. Pertenece a cualquier especialidad del mundo de las ciencias. Siempre se tiene en el horizonte el conseguir un acercamiento participativo a los problemas científicos actuales, el crear la conciencia de corresponsabilidad colectiva del avance científico y, sobre todo, de sus consecuencias".

Distintas secciones de carácter científico que suelen aparecer son: Mapa del cielo, Preguntas y respuestas, Dossier, Ciencia en el huerto, Escuela y salud, Mirando las estrellas, Los hombres que hicieron la ciencia, etc, etc.

3. En el Instituto "Félix de Azara" de Zaragoza, y desde el curso académico 86/87 se constituyó una Hemeroteca de temas científicos y medioambientales con materiales como informaciones de prensa, suplementos, revistas de divulgación y especializadas, etc.

En base a esto, los alumnos realizan diversos trabajos. Por ejemplo, durante el curso 90/91 han realizado un estudio de la contaminación atmosférica en las ciudades basado en informaciones de prensa (alumnos de 1º de BUP), estudiando aspectos como, p. e., sustancias contaminantes presentes en la atmósfera y posible origen de cada una de ellas, o relación entre las condiciones meteorológicas y contaminación atmosférica urbana.

4. En el Instituto de F.P. "Julio Verne" de Sevilla, durante el curso 90/91 se llevó a cabo un proyecto de innovación y experimentación educativa en que se trabajaron dos temas (Energía; Átomos y partículas) en el 2º de Bachillerato de Ciencias Naturales, en base a un cuaderno de lecturas o textos científicos complementarios al texto.

5. En el Instituto "J.M. Blecua" de Zaragoza se ha puesto en marcha hace unos pocos años el denominado Proyecto Ciencia Viva, que intenta dinamizar y vitalizar la enseñanza de las ciencias experimentales en el BUP mediante la organización de diversos tipos de actividades de divulgación científica, como, p.e., conferencias, debates, viajes de estudio, y una publicación periódica propia.

6. En el Instituto de F.P. "Trassierra" de Córdoba, durante el curso 89/90 se realizó una experiencia pedagógica denominada "La prensa en la clase de ciencias", en la que se ofertaba a los alumnos la realización de un trabajo científico monográfico como módulo cuatrimestral. Una vez escogido el tema, los alumnos, en base a un cúmulo de información y documentación, tenían que elaborar unos dosiers o informes con la síntesis del trabajo realizado.

7. En diversos colegios públicos de Vila-real (Castellón) se realizó durante el curso 90/91, con alumnos de 7º y 8º nivel de E.G.B., una experiencia de utilización de la prensa diaria como refuerzo pedagógico en dos unidades didácticas (7º Salud pública; 8º Leyes de Newton), comparando el rendimiento académico obtenido por un grupo de control y un grupo experimental de alumnos en la realización de pruebas objetivas diseñadas al efecto.

La investigación, denominada "Utilización de la prensa en la enseñanza de las ciencias experimentales", en la que colaboraron tres centros educativos y ocho profesores de los mencionados niveles, participó en la Convocatoria de proyectos de investigación, experimentación e innovación educativa de la Consellería de Educación de la Generalitat Valenciana.

En este trabajo, que participaba de los presupuestos teóricos que inspiran el enfoque Ciencia/Tecnología/Sociedad para la enseñanza de las ciencias, se concluyó, entre otras cosas, que los alumnos del séptimo nivel de EGB (o segundo del ciclo superior) que trabajaron con materiales experimentales de prensa obtuvieron mejores calificaciones en aquella unidad didáctica trabajada, que aquellos otros que participaron integrados en el grupo de control y que no utilizaron la prensa como refuerzo pedagógico. Ello podría haberse

debido a que el trabajo con los medios de comunicación provoca mayores niveles en la motivación de los alumnos, que se traducirían en un mejor rendimiento académico.

8. DIFICULTADES PARA LA IMPLANTACION DEL ENFOQUE C/T/S

A parte de las dificultades e inercias propias del sistema educativo y de sus elementos estructurales, que suelen oponerse frecuentemente a los cambios e innovaciones que se pretenden introducir, existen dificultades específicas que, sin ser insalvables, plantean problemas de diversa índole para la implantación del enfoque Ciencia/Tecnología/Sociedad en la enseñanza de las ciencias.

Reseñaremos a continuación algunos de los principales:

A. *Problemas de carácter curricular*, que se refieren a la falta de definición en los contenidos y objetivos propios de la ciencia, susceptibles de ser abordados mediante el enfoque C/T/S. Por ello es necesario perfilar y delimitar el establecimiento de las relaciones existentes entre los tres sistemas fundamentales del enfoque, es decir, la ciencia, la tecnología y la sociedad.

Se tendrá que concretar la forma de abordar los temas de ciencia tradicional mediante el enfoque C/T/S, la forma de integración de los temas más directamente relacionados con la actualidad científica, el tratamiento didáctico de las unidades de aprendizaje, etc.

B. *Problemas metodológicos*, que guardan relación con aspectos tales como: la globalización e interdisciplinariedad; cómo se articula o introduce la perspectiva histórica en el estudio de las cuestiones o problemas tratados; cómo se evalúan los contenidos actitudinales o los valores; cuál debe ser la metodología en la realización de trabajos monográficos y en la confección de informes; cómo se llevan a la práctica, p. e., los juegos de simulación de situaciones conflictivas o problemáticas, etc.

C. *Problemas estructurales del sistema educativo*, derivados de distintos aspectos, como, p.e., la división de los conocimientos en distintas disciplinas sectoriales (física, biología, etc...) mientras que la realidad es unitaria.

En principio, parece evidente que las ciencias más directamente relacionadas bajo el enfoque C/T/S son las sociales y las experimentales, aunque, en ningún modo, son excluyentes de las demás.

D. *Problemas de recursos*, es decir, la falta de materiales específicos para llevar a la práctica la enseñanza de las ciencias mediante el enfoque C/T/S, dado que en nuestro país ni tan siquiera se han traducido los materiales correspondientes a los grandes proyectos de C/T/S elaborados en otros países.

Existe, pues, un enorme campo para la elaboración de materiales didácticos con el enfoque C/T/S, como p.e. cursos, módulos, unidades didácticas, etc.

E. *Falta de preparación del profesorado*, lógica por otra parte debido a la novedad de este aspecto de la didáctica de las ciencias, al menos en nuestro país.

Se trata de un aspecto, como otros, subsanable mediante los procedimientos habituales en la formación inicial y permanente del profesorado.

F. *Problemas de índole socio-política*, que se explican debido a la mentalidad participativa y crítica que fomenta la metodología del enfoque C/T/S, lo cual puede poner en cuestión determinados aspectos, usos y normas sociales y enfrentarse contra visiones autoritarias, impositivas y dogmáticas.

9. EL ENFOQUE C/T/S EN LOS TEXTOS ESCOLARES

Analizaremos a continuación como se ha reflejado en textos escolares españoles actuales (Serie Nova de editorial Santillana para ciencias naturales, ciclo superior EGB, 1.989) el enfoque C/T/S.

En el libro de texto para 6º nivel (o primero del ciclo superior), encontramos 4 unidades didácticas en su contenido de un total de 25 unidades, marcadas con el sello *Ciencia y Sociedad*, que son:

- 7) Salud y enfermedad
- 14) Energía nuclear
- 18) Telecomunicaciones
- 24) Conquista del espacio

lo cual supone un 16% del total de materia para el curso.

En el libro de texto para el 7º nivel (o segundo del ciclo superior), encontramos también 4 unidades entre un total de 25, lo cual supone asimismo un 16% de materia, que son:

- 6) El niño desde el nacimiento hasta los 3 años
- 11) Nuevas fuentes de alimentación
- 20) Informática
- 24) Geología aplicada

En el libro de texto para el 8º nivel (o tercero del ciclo superior) encontramos tres unidades didácticas entre 25 (n 12%), que son:

- 9) Las drogas
- 16) La revolución del plástico
- 23) Nuevas tecnologías

Hay que aclarar que el tratamiento que los autores han dado a los temas de *Ciencia y Sociedad* no es idéntico al que reciben las unidades didácticas restantes, a las que llamaremos ordinarias para facilitar el entendimiento.

Las unidades didácticas ordinarias están estructuradas en el libro de la siguiente manera:

1. Dos páginas de introducción al tema, en donde se parte de una situación gráfica inicial, después un análisis, el mapa de conceptos del tema y, por último, una sección de motivación del alumno denominada "La respuesta está en el tema".

2. Dos o cuatro páginas de información, de estructura binaria: a la izquierda una columna o parte gráfica y a su derecha la correspondiente columna de texto expositivo representando en la sección de al lado.

3. Dos páginas de actividades, con cuestiones y preguntas, actividades de aplicación de conocimientos, lecturas, pequeñas investigaciones o problemas.

Sin embargo, en las unidades de *Ciencia y Sociedad*, la estructura es la siguiente:

1. Una página inicial con un diseño gráfico de pretendido impacto motivador con dos cuestionarios relativos al gráfico, uno sobre conocimientos y otro sobre actitudes.

2. Cuatro páginas de información, en donde el tema aparece dividido en diversas partes incorporadas cada una de ellas a recuadros distintos. Suele incluir glosario de términos utilizados en el texto que no sean muy habituales.

3. Una página de actividades, con un cuestionario sobre conceptos y conocimientos y otras actividades, como la sección Investiga y opina, en el campo de las actitudes y valores.

Así pues, el tratamiento diferenciado de las estructuras de los temas marca dos tipos de unidades didácticas, lo cual le confiere un carácter marginal respecto a la ciencia oficial.

Ello puede conducir a que las unidades de C/S sean infravaloradas según el criterio del profesorado, pudiendo incluso llegar a prescindir de ellas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ADDINELL, S. y SOLOMON, J. (1983): *Science in a social context* (SISCON). A.S.E., Herts.
- AREA, M. (1991): *Los medios, los profesores y el currículo*. Barcelona, Sendai.
- ASSOCIATION FOR SCIENCE EDUCATION (1986): *Science and tecnologia in society* (SATIS). A.S.E., Hatfield.
- CASALDERREY, M.L. (1986): *Aproximación a la integración Ciencia-Tecnología*. Centro de Publicaciones del M.E.C., Madrid.
- CASALDERREY, M.L. (1987): "La integración Ciencia-tecnología en el desarrollo del programa de Física y Química de segundo curso de bachillerato" en *Enseñanza de las Ciencias*, nº extra, pp.169-170.
- CASALDERREY, M.L. (1989): "Actividades de integración ciencia-tecnología (INCITEC) en las clases de física y química de la enseñanza secundaria", en *Enseñanza de las Ciencias*, nº extra III, Congreso, pp. 172-174.
- FERNANDEZ, E. (1979): *Estructura y didáctica de las ciencias*. Ministerio de Educación, Madrid.
- GIL, D.; SENENT, F. y SOLBES, J. (1987): "La introducción a la Física moderna: un ejemplo paradigmático de cambio conceptual", en *Enseñanza de las Ciencias*, vol. extra, pp. 209-210.
- GUTIERREZ, R.; MARCO, B.; OLIVARES, E. y SERRANO, T. (1990): *Enseñanza de las ciencias en la educación intermedia*. Madrid, Rialp.
- LEWIS, J.L. (1983): *Science in Society Project*. Londres, Heinemann-A.S.E.
- MARCO, B.; MARTIN-MONTALVO, J.; PARAMIO, M.L. y MARCIAS, R. (1990): *La actualidad científica en el diseño curricular de las ciencias experimentales*. Madrid, Narcea.

- MINISTERIO DE EDUCACION Y CIENCIA (1989): *Diseño curricular base. Educación Secundaria Obligatoria*. I. M.E.C., Madrid.
- PARDO, V. (1991): *Utilización de la prensa en la enseñanza de las ciencias*. Informe de investigación (inédito).
- PARDO, V. (1992): *L'enfocament Ciència/Tecnologia/Societat a l'ensenyament de les ciències en Actes del 3er Simposi sobre l'ensenyament de les Ciències Naturals*, pp. 409-415. Barcelona. Eumo, Vic.
- SAEZ, M.J. (1989): "Un enfoque para el currículo de ciencias (ciclo 12-16): Ciencia-Tecnología-Sociedad", en *Enseñanza de las Ciencias*, nº extra, III Congreso, pp. 114-116.
- SOLBES, J. y VILCHES, A. (1989): "Las interacciones ciencia/técnica/entorno natural y social: una propuesta de materiales", en *Enseñanza de las Ciencias*, nº extra, III Congreso, pp. 302-305.
- SOLBES, J. y VILCHES, A. (1989 a): "Interacciones Ciencia/Técnica/Sociedad: un instrumento de cambio actitudinal", en *Enseñanza de las Ciencias* 7 (1), pp. 14-20.
- YAGER, R.E. y PENICH, J.E. (1986): "Percepción of four age groups towards science classes, teachers and the values of science", en *Science Education*, 70, pp. 355-363.